

10/085,204



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-073767

[ ST.10/C ]:

[ JP2001-073767 ]

出 願 人

Applicant(s):

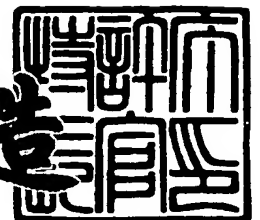
株式会社リコー



2002年 5月14日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3035046

【書類名】 特許願

【整理番号】 0100855

【提出日】 平成13年 3月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 33/00

【発明の名称】 分布ブラッグ反射器および面発光レーザ素子および面発光レーザアレイ

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社 リコー 内

【氏名】 軸谷 直人

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社 リコー 内

【氏名】 佐藤 俊一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社 リコー 内

【氏名】 高橋 孝志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社 リコー 内

【氏名】 伊藤 彰浩

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号

【氏名又は名称】 株式会社 リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 100090240

【住所又は居所】 神奈川県横浜市西区浅間町1丁目5番1号 インテンシ  
ョン横浜601号

【弁理士】

【氏名又は名称】 植本 雅治

【電話番号】 045-316-1042

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009793

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9808722

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分布ブラッグ反射器および面発光レーザ素子および面発光レーザアレイ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 屈折率が大なる第 1 の半導体層と屈折率の小なる第 2 の半導体層とが交互に積層され、屈折率が大なる第 1 の半導体層と屈折率の小なる第 2 の半導体層との間に、第 1 の半導体層の屈折率と第 2 の半導体層の屈折率との間の屈折率値をとる材料層が設けられている分布ブラッグ反射器において、前記分布ブラッグ反射器の設計反射波長は  $1.1\ \mu\text{m}$  よりも長波であり、前記材料層は厚さが  $5\text{ nm}$  乃至  $50\text{ nm}$  の範囲であることを特徴とする分布ブラッグ反射器。

【請求項 2】 活性層と、共振器ミラーとを有する面発光レーザ素子において、共振器ミラーには請求項 1 記載の分布ブラッグ反射器が用いられることを特徴とする面発光レーザ素子。

【請求項 3】 請求項 2 記載の面発光レーザ素子において、活性層の材料が  $\text{Ga N A s}$ 、 $\text{Ga I n A s}$ 、 $\text{Ga I n N A s}$ 、 $\text{Ga A s S b}$ 、 $\text{Ga I n A s S b}$ 、 $\text{Ga I n N A s S b}$  のいずれかであることを特徴とする面発光レーザ素子。

【請求項 4】 請求項 2 または請求項 3 記載の面発光レーザ素子が複数個配列されて構成されていることを特徴とする面発光レーザアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、分布ブラッグ反射器および面発光レーザ素子および面発光レーザアレイに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、面発光レーザ素子として、共振器のミラーに  $0.85\ \mu\text{m}$  帯～ $0.98\ \mu\text{m}$  帯に反射帯域を有する分布ブラッグ反射器 (DBR (n-DBR, p-DBR)) を用いたものが知られている。

【0003】

ところで、DBR（特に p-DBR）の抵抗を下げるために、 $0.98\mu\text{m}$ 帯の面発光レーザ素子では文献「Photonics Technology Letters Vol. 2, No. 4, 1990, p. p. 234-236、Photonics Technology Letters Vol. 4, No. 12, 1992, p. p. 1325-1327」に示されているように、DBRを構成する低屈折率層と高屈折率層との間に、これらの中間の屈折率を有する材料層を設ける構造が提案されている。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

屈折率が小と大の間の値をとる材料層としては、組成傾斜層を用いたり、あるいは、組成を次第に変化させた複数の層を用い、材料層の厚さを厚くすることが低抵抗化に望ましい。しかし、良好な反射特性を得るためには、低屈折率層と高屈折率層との界面が急峻である必要があり、界面の急峻性が低いと反射率は低下し、反射帯域幅は減少してしまう。従って、抵抗を十分に小さくするために、屈折率が小と大の間の値をとる材料層を厚くすると、分布ブラッグ反射器の反射率が低下し、十分な反射特性が得られないという問題があった。

## 【0005】

従来の $0.85\mu\text{m}$ 、 $0.98\mu\text{m}$ 帯に設計されたDBRでは、DBRを構成する各層の厚さが電気抵抗を十分に低減させるために必要な前記材料層の厚さに比べ十分厚くないので、良好な反射特性と良好な電気特性とを同時に得ることが困難であった。このように、従来では電気抵抗が十分低く、また反射率が高い分布ブラッグ反射器が得られなかったために、特性の良好な光通信及び光伝送用の面発光レーザ素子を得ることが困難であった。

## 【0006】

本発明は、電気抵抗が低く、かつ、反射率の高い分布ブラッグ反射器および面発光レーザ素子および面発光レーザアレイを提供することを目的としている。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、屈折率が大なる第1の半

導体層と屈折率が小なる第2の半導体層とが交互に積層され、屈折率が大なる第1の半導体層と屈折率が小なる第2の半導体層との間に、第1の半導体層の屈折率と第2の半導体層の屈折率との間の屈折率値をとる材料層が設けられている分布ブラッグ反射器において、前記分布ブラッグ反射器の設計反射波長は $1.1\mu\text{m}$ よりも長波であり、前記材料層は厚さが $5\text{nm}$ 乃至 $50\text{nm}$ の範囲であることを特徴としている。

## 【0008】

また、請求項2記載の発明は、活性層と、共振器ミラーとを有する面発光レーザ素子において、共振器ミラーには請求項1記載の分布ブラッグ反射器が用いられることを特徴としている。

## 【0009】

また、請求項3記載の発明は、請求項2記載の面発光レーザ素子において、活性層の材料が $\text{GaNA s}$ 、 $\text{GaInAs}$ 、 $\text{GaInNA s}$ 、 $\text{GaAsSb}$ 、 $\text{GaInAsSb}$ 、 $\text{GaInNA sSb}$ のいずれかであることを特徴としている。

## 【0010】

また、請求項4記載の発明は、請求項2または請求項3記載の面発光レーザ素子が複数個配列されて構成されている面発光レーザアレイである。

## 【0011】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。本発明の分布ブラッグ反射器(DBR)は、屈折率が大なる第1の半導体層と屈折率が小なる第2の半導体層とが交互に積層され、屈折率が大なる第1の半導体層と屈折率が小なる第2の半導体層との間に、第1の半導体層の屈折率と第2の半導体層の屈折率との間の屈折率値をとる材料層が設けられているものであって、この分布ブラッグ反射器の設計反射波長は $1.1\mu\text{m}$ よりも長波であり、前記材料層は厚さが $5\text{nm}$ 乃至 $50\text{nm}$ の範囲であることを特徴としている。

## 【0012】

ここで、設計反射波長は、次のように定義される。すなわち、図1には、一例

として、AlAs/GaAsの24ペアの積層によるDBRの反射スペクトルが示されている。ここで、AlAs層、GaAs層の厚さは、それぞれ、93.8 nm, 79.3 nmであり、 $1.1\ \mu\text{m}$ の $1/4n$ の厚さに相当している。なお、 $n$ は波長 $1.1\ \mu\text{m}$ におけるGaAs層、AlAs層のそれぞれの屈折率である。このように、DBRの各層の厚さをある波長 $\lambda$ の $1/4n$ とすると、波長 $\lambda$ 付近で最も広帯域に高い反射率を得ることができる。本発明では、この $\lambda$ を設計反射波長と呼ぶ。

## 【0013】

本発明では、DBRの設定反射波長を $1.1\ \mu\text{m}$ 帯以上と、従来の $0.85\ \mu\text{m}$ 帯、 $0.98\ \mu\text{m}$ 帯に比べて長波に設定し、材料層の厚さを5 nm乃至50 nmの範囲としている。例えば、反射波長を $1.3\ \mu\text{m}$ と長波にすると、DBRを構成する各層（第1の半導体層、第2の半導体層）の厚さは従来の $0.85\ \mu\text{m}$ 帯に比べて約1.5倍程度厚くなり、材料層の厚さの占める相対割合を小さくできる。また、 $1.5\ \mu\text{m}$ 帯等のように長波にするに従い、相対割合をさらに小さくすることができる。このように、DBRを構成する各層（第1の半導体層、第2の半導体層）の厚さは、波長に比例し長波長化とともに厚くなるので、長波長帯では前記材料層の影響は小さくなり、反射率の低下等の影響を低減できる。

## 【0014】

また、低抵抗化に必要な材料層の厚さは、波長帯に依らず（界面に発生するヘテロスパイクが高抵抗化の原因であるので）、用いる材料系によって決まっているので、 $0.85\ \mu\text{m}$ 帯であっても、また、 $1.1\ \mu\text{m}$ よりも長波長帯域であっても、電気抵抗値をバルク抵抗値程度までに低減するのに必要な材料層の厚さは同じであり、反射波長が長くなった分、材料層に許容される厚さは厚くなる。このように、従来と同じ厚さの材料層を設ける場合には、反射率の低下は小さくなり、また、従来と同量の反射率値の低下を許容する場合には、電気抵抗を十分低くすることができる。

## 【0015】

図2は本発明に係る分布ブラッグ反射器（DBR）を説明するための図である。図2の例では、分布ブラッグ反射器（DBR）は、屈折率が大なる第1の半導

体層 1 として G a A s 層が用いられ、また、屈折率が小なる第 2 の半導体層 2 と  
して A l A s が用いられ、材料層 3 として組成傾斜層が用いられている。具体的  
に、図 2 の例では、組成傾斜層として A l G a A s が用いられ、組成傾斜層は線  
形組成傾斜層として形成されている。

## 【 0 0 1 6 】

図 2 の構成において、各波長帯 ( 0 . 8 8  $\mu$  m , 0 . 9 8  $\mu$  m , 1 . 3  $\mu$  m )  
における第 1 の半導体層 ( G a A s 層 ) 1 , 第 2 の半導体層 ( A l A s 層 ) 2 の  
厚さは、次のとおりである。すなわち、0 . 8 8  $\mu$  m 帯では、第 1 の半導体層 1  
, 第 2 の半導体層 2 の厚さは、それぞれ、6 0 . 6 n m , 7 3 . 8 n m である。  
また、0 . 9 8  $\mu$  m 帯では、第 1 の半導体層 1 , 第 2 の半導体層 2 の厚さは、そ  
れぞれ、6 9 . 5 n m , 8 2 . 9 n m である。また、1 . 3  $\mu$  m 帯では、第 1 の  
半導体層 1 , 第 2 の半導体層 2 の厚さは、それぞれ、9 5 . 2 n m , 1 1 1 . 6  
n m である。

## 【 0 0 1 7 】

また、図 3 には、0 . 8 8  $\mu$  m 帯と 1 . 3  $\mu$  m 帯の D B R の反射率と、材料層  
( 線形組成傾斜層 ) 3 の厚さとの関係が示されている。なお、図 3 において、D  
B R の積層ペア数は、0 . 8 8  $\mu$  m 帯が 1 8 ペア、1 . 3  $\mu$  m 帯が 2 3 ペアとし  
ている。これは、それぞれ反射率値が 9 9 . 9 % を初めて超える積層ペア数であ  
る。

## 【 0 0 1 8 】

また、次表 ( 表 1 ) は図 3 の反射率値を示したものである。

## 【 0 0 1 9 】

【 表 1 】

	0nm	5nm	10nm
0.88 $\mu$ m 帯	99.914	99.912	99.905
1.3 $\mu$ m 帯	99.923	99.923	99.920

## 【 0 0 2 0 】



また、図4、図5は、図3の結果と同様の構造の線形組成傾斜層を有する1.3  $\mu\text{m}$ の反射波長を持つAlAs/GaAs DBRのゼロバイアス付近のシート抵抗と組成傾斜層の厚さとの関係を示す図である。なお、図4は対数表示、図5は線形表示である。また、図4、図5に用いたDBRの積層ペア数は4ペアである。また、図4、図5において、破線は、バンド不連続の影響を考慮しないで見積もった結果を示している。また、ドーピング密度（例えば、p-DBRでは、p型ドーパントのドーピング密度）は全てp型 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ としている。

## 【0021】

面発光レーザ素子の低閾値電流化には高反射率のDBRを用いることが重要である。図3、表1から、1.3  $\mu\text{m}$ 帯では、材料層（組成傾斜層）3の厚さ0 nm～5 nmまでは殆ど反射率の低下は見られない。しかし、0.88  $\mu\text{m}$ 帯では、材料層（組成傾斜層）3の厚さが5 nmからすでに反射率の低下が見られ始めている。面発光レーザ素子は共振器長が短く、ミラーによる反射損失の影響が非常に大きいので、僅かな反射率値の低下であっても閾値電流値に大きな影響を与えてしまう。例えば、面発光レーザ素子において、一方のDBRミラー反射率が99.9%であるのに対し、他方のDBRミラー反射率が99.9%から99%に低下するだけで、閾値電流密度は約2倍程度も増加してしまう。従って、低閾値電流化を意図して作製する場合には、電気抵抗値に加え、ミラー反射率を十分高く設計する必要がある。

## 【0022】

しかし、1.3  $\mu\text{m}$ 帯では組成傾斜層の相対割合が小さいので、図3、表1のように、材料層（組成傾斜層）3の厚さが5 nmであれば、反射率へ殆ど影響を及ぼすことなく、材料層（組成傾斜層）3の厚さが0 nm場合に比べて、電気抵抗を2桁程度低減することができる。反射波長が更に長波の場合は、厚さのより厚い材料層（組成傾斜層）3を設けることができるので、反射率に影響を与えることなく低抵抗化を行うことができる。しかし、材料層（組成傾斜層）3の厚さが5 nmよりも薄い場合は、図4に示すように低抵抗化の効果が殆ど得られないので、材料層（組成傾斜層）3の厚さとしては不十分である。つまり、この5 nmという厚さは、長波長帯域で反射特性に影響を与えないで低抵抗化が行える

材料層（組成傾斜層）3の厚さの下限と考えることができる。従って、材料層（組成傾斜層）3の厚さは5 nm以上とするのが良い。

#### 【0023】

また、例えば、99.8%を反射率の許容値とする場合、図3のように、0.88  $\mu$ m帯で設けることのできる材料層（組成傾斜層）3の厚さは30 nmに限られるのに対し、1.3  $\mu$ m帯では50 nmの厚さを設けることができる。材料層（組成傾斜層）3の厚さを30 nmから50 nmにすることで、抵抗値は更に50%も低減する。また、図4、図5のように、電気抵抗値は、厚さ50 nmまでは効果的に低抵抗化するものの、50 nmでバルク抵抗値の1.05倍程度となり、これ以上の厚さでは飽和傾向を示し始める。

#### 【0024】

しかし、反射率は材料層（組成傾斜層）3の厚さが増すに従い急激に低下を始め、50 nm以上で99.8%以下にまで低下してしまうので、これら両方の特性を同時に良好に満たす範囲として、材料層（組成傾斜層）3の厚さは50 nm以下が実用上の意味を持つ。

#### 【0025】

例えば、面発光レーザーの高出力化には、光出力側のミラー反射率を小さく設定し光出力を得やすく設計する必要がある。また、高出力（高注入領域）まで安定に発振させるためには、素子発熱を抑えて、熱による出力飽和点を高く設定する必要がある。50 nmのように比較的厚い材料層（組成傾斜層）3を設けたDBRはこれらの条件を満たしているので、高出力用途に適している。

#### 【0026】

また、材料層3の厚さを5 nm～50 nmの範囲で、目的に応じ、適切に選ぶことで、反射特性、電気特性がそれぞれ優れたDBRを得ることができる。

#### 【0027】

なお、上述の例では、材料層3として、組成がGaAsからAlAsへ線形に変化している線形組成傾斜層を用いる場合を示したが、材料層3としては、この他にも、組成の変化率が非線形であってもよく、また連続的に変化させずに、組成を離散的に変化させた1つ以上の層から構成されるものであっても良く、また

、これらの組み合わせであっても良い。

【 0 0 2 8 】

また、上述の例（図 2 の例）では、屈折率が小である第 2 の半導体層 2 を A l A s 層、屈折率が大である第 1 の半導体層 1 を G a A s 層としたが、A l G a A s 系材料では A l 組成増加に伴って、屈折率が小さくなる。従って、A l 組成の異なる 2 種の A l G a A s 層によって D B R を構成することができるので、上述の例の他にも、一方、又は両方の層に A l G a A s 混晶を用いた D B R に本発明を適用しても良い。しかし、D B R を構成する 2 種の層の屈折率差が大きい程、少ない積層ペア数で高いの反射率を得ることができるので、反射特性的には 2 種の層の A l 組成の違いが大きいことが望ましい。図 2 の例の構造は、A l A s と G a A s による最も屈折率差が大きくなる組み合わせを示したものである。このような A l 組成の違いが大きな組み合わせでは、ヘテロスパイクの原因となる価電子帯バンド不連続量も大きくなるので、良好な反射特性が得られる反面、より高抵抗化し易いという問題がある。つまり、前述した課題が最も深刻になる組み合わせである。このような場合に、屈折率値が小と大の中間の値をとる材料層を設けることが特に重要となるが、特にこの場合は価電子帯バンド不連続量が大きいのので、低抵抗化には十分な厚さの前記小と大の中間の値をとる材料層を設けることが必要となる。しかし、従来の  $0.85\mu\text{m}$  帯等の D B R ではこれが困難であった。これに対し、本発明の分布ブラッグ反射器では、図 2 のような材料を用いた場合でも、高い反射率と低い抵抗値とを同時に得ることができる。

【 0 0 2 9 】

上述の説明からわかるように、活性層と共振器ミラーとを有する面発光レーザ素子において、共振器ミラーに上述した本発明の分布ブラッグ反射器を用いることができる。すなわち、面発光レーザ素子の反射ミラーに上述した本発明の D B R を用いることができる。半導体材料による D B R としては、A l A s / G a A s 材料を用いるものが、反射特性及び（電流狭窄のための）酸化プロセスとの整合性から、面発光レーザ素子の共振器ミラー（反射ミラー）として非常に優れた特性を備えている。

【 0 0 3 0 】

さらに、上述した本発明のDBRを用いることで、従来の光通信、光伝送用途の $0.85\mu\text{m}$ 帯、 $0.98\mu\text{m}$ 帯面発光レーザに比べて、低発振閾値電流、低消費電力、高出力動作可能な光通信、光伝送用途の面発光レーザ素子を得ることができる。

## 【0031】

なお、このような面発光レーザ素子において、活性層の材料として、GaNA s, GaInAs, GaInNAs, GaAsSb, GaInAsSb, GaInNAsSbのいずれかを用いることができる。

## 【0032】

これらの材料は、GaAs基板上に結晶成長が可能であり、反射率、熱伝導性、プロセス制御（結晶成長や、Al(Ga)As混晶等の選択酸化）の点において優れた特性を持つAlGaAs系材料によるDBRを用いて、 $1.1\mu\text{m}$ よりも長波で発振する面発光レーザ素子を得ることができる。特に、波長 $1.3\mu\text{m}$ 帯のレーザ素子と石英シングルモードレーザとを組み合わせることによって、高速通信、高速伝送が可能となる。

## 【0033】

さらに、上述した各材料の中でも、特にGaInNAs混晶材料は、キャリア閉じ込め層となるGaAs層との伝導帯バンド不連続量が大きく、電子のオーバーフローが低減できることから、高温まで安定な発振が得られる。以上のように、本発明によれば、光通信、光伝送用として好適な面発光レーザ素子を得ることができる。

## 【0034】

図6は本発明の面発光レーザ素子の構成例を示す図である。図6の面発光レーザ素子は、n-GaAs基板11上に、n-DBR12、GaAsスペーサ層13、GaInNAs活性層14、GaAsスペーサ層15、AlAs選択酸化絶縁層（電流狭さく層）16、p-DBR17、p-GaAsコンタクト層18が積層されている。そして、p-GaAsコンタクト層18からGaAsスペーサ層13まで側面がエッチングされて、ポスト状（柱状）の積層構造となっており、その周囲にはポリイミド膜19が形成されている。また、p-GaAsコンタ

クト層18上には、光出射部20を除いて、p側電極21が形成され、また、n-GaAs基板11の裏面には、n側電極22が形成されている。

## 【0035】

ここで、n-DBR12は、 $Al_{0.9}Ga_{0.1}As$ / $GaAs$ によって構成されている。

## 【0036】

また、p-DBR17は、図7に示すように、 $Al_{0.9}Ga_{0.1}As$ 層31、 $AlGaAs$ 組成傾斜層32、 $GaAs$ 層33が所定のペア数で積層されて構成されている。

## 【0037】

図6、図7の面発光レーザ素子の発振波長は1.1  $\mu m$ よりも長波である。特に、活性層14をGaInNAsとすることにより、 $GaAs$ 基板11上にファイバ通信で重要な1.3  $\mu m$ 帯、1.5  $\mu m$ 帯を含む1.1  $\mu m$ よりも長波の面発光レーザ素子を得ることができる。

## 【0038】

また、上述した本発明の面発光レーザ素子を複数個配列して面発光レーザアレイを構成することができる。上述した本発明の面発光レーザ素子のDBRは、従来の0.85  $\mu m$ 帯、0.98  $\mu m$ 帯面発光レーザ素子に比べて、DBRの抵抗が低く、面発光レーザ素子の動作電圧、動作電流が低減している。つまり、素子の消費電力、発熱が少なく、アレイのように高密度に集積した場合に、消費電力低減の効果は大きい。また、発熱による素子間の干渉も少なく、特性、信頼性の優れた面発光レーザアレイが得られる。

## 【0039】

## 【発明の効果】

以上に説明したように、請求項1記載の発明によれば、屈折率が大なる第1の半導体層と屈折率が小なる第2の半導体層とが交互に積層され、屈折率が大なる第1の半導体層と屈折率が小なる第2の半導体層との間に、第1の半導体層の屈折率と第2の半導体層の屈折率との間の屈折率値をとる材料層が設けられている分布ブラッグ反射器において、前記分布ブラッグ反射器の設計反射波長は1.1

$\mu\text{m}$ よりも長波であり、前記材料層は厚さが5 nm乃至50 nmの範囲であるので、電気抵抗が低く、かつ、反射率の高い分布ブラッグ反射器を提供することができる。

#### 【0040】

また、請求項2記載の発明によれば、活性層と、共振器ミラーとを有する面発光レーザ素子において、共振器ミラーには請求項1記載の分布ブラッグ反射器が用いられるので、従来の光通信、光伝送用途の0.85  $\mu\text{m}$ 帯、0.98  $\mu\text{m}$ 帯面発光レーザに比べて、低発振閾値電流、低消費電力、高出力動作可能な光通信、光伝送用途の面発光レーザ素子を得ることができる。

#### 【0041】

また、請求項3記載の発明によれば、請求項2記載の面発光レーザ素子において、活性層の材料がGaNA s, GaInAs, GaInNA s, GaAsSb, GaInAsSb, GaInNA sSbのいずれかであるので、1.1  $\mu\text{m}$ よりも長波で発振する面発光レーザ素子を得ることができる。特に、波長1.3  $\mu\text{m}$ 帯のレーザ素子と石英シングルモードレーザとを組み合わせることによって、高速通信、高速伝送が可能となる。

#### 【0042】

また、請求項4記載の発明によれば、請求項2または請求項3記載の面発光レーザ素子が複数個配列されて構成されているので、発熱による素子間の干渉も少なく、特性、信頼性の優れた面発光レーザアレイが得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

AlAs/GaAsの24ペアの積層によるDBRの反射スペクトルを示す図である。

##### 【図2】

本発明に係る分布ブラッグ反射器(DBR)を説明するための図である。

##### 【図3】

0.88  $\mu\text{m}$ 帯と1.3  $\mu\text{m}$ 帯のDBRの反射率と、材料層(線形組成傾斜層

) の厚さとの関係を示す図である。

【図 4】

図 3 の結果と同様の構造の線形組成傾斜層を有する  $1.3 \mu\text{m}$  の反射波長を持つ  $\text{AlAs}/\text{GaAs}$  DBR のゼロバイアス付近のシート抵抗と組成傾斜層の厚さとの関係を示す図である。

【図 5】

図 3 の結果と同様の構造の線形組成傾斜層を有する  $1.3 \mu\text{m}$  の反射波長を持つ  $\text{AlAs}/\text{GaAs}$  DBR のゼロバイアス付近のシート抵抗と組成傾斜層の厚さとの関係を示す図である。

【図 6】

本発明の面発光レーザ素子の構成例を示す図である。

【図 7】

本発明の面発光レーザ素子の構成例を示す図である。

【符号の説明】

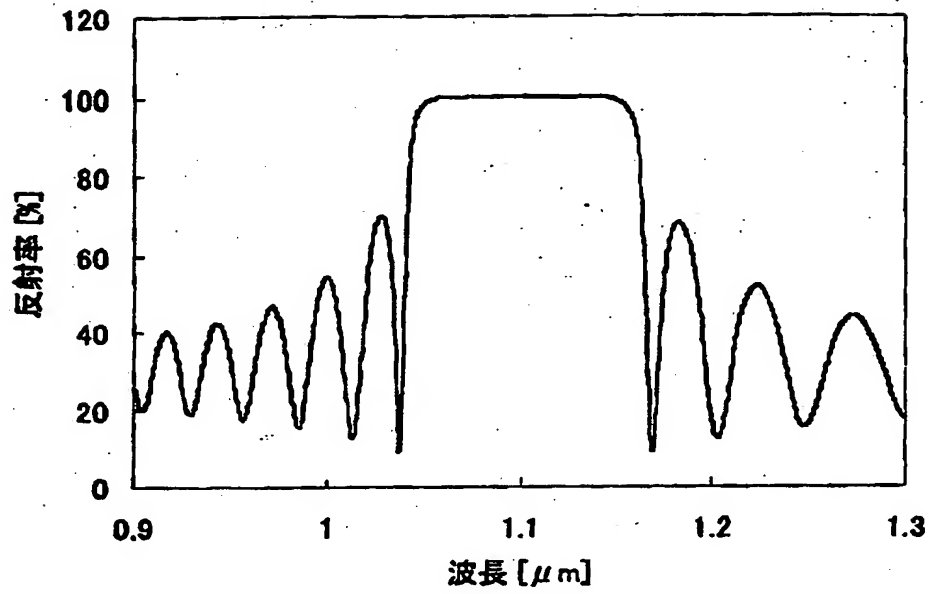
- |     |               |
|-----|---------------|
| 1   | 第 1 の半導体層     |
| 2   | 第 2 の半導体層     |
| 3   | 材料層           |
| 1 1 | n-GaAs 基板     |
| 1 2 | n-DBR         |
| 1 3 | GaAs スペース層    |
| 1 4 | GaInNAs 活性層   |
| 1 5 | GaAs スペース層    |
| 1 6 | 電流狭さく層        |
| 1 7 | P-DBR         |
| 1 8 | P-GaAs コンタクト層 |
| 1 9 | ポリイミド膜        |
| 2 0 | 光出射部          |
| 2 1 | P 側電極         |
| 2 2 | n 側電極         |

- 31  $\text{Al}_{0.9}\text{Ga}_{0.1}\text{As}$  層
- 32  $\text{AlGaAs}$  組成傾斜層
- 33  $\text{GaAs}$  層

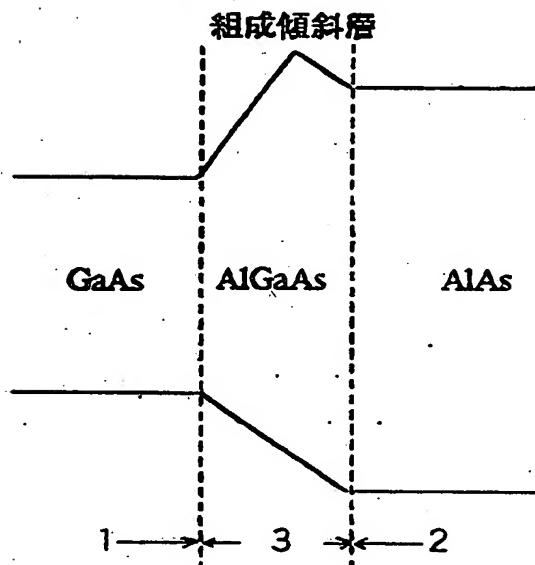


【書類名】 図面

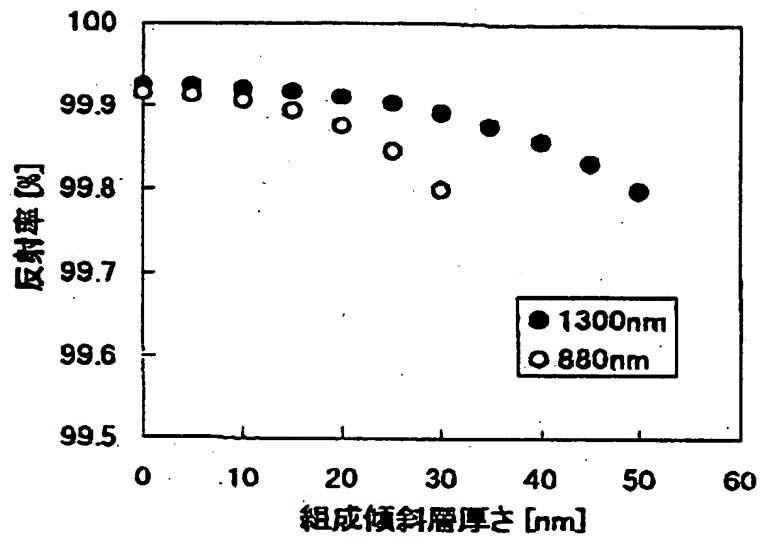
【図 1】



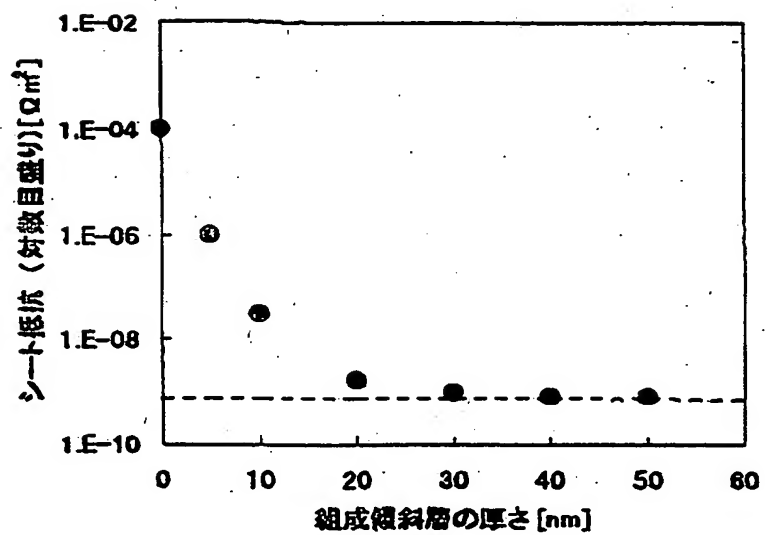
【図 2】



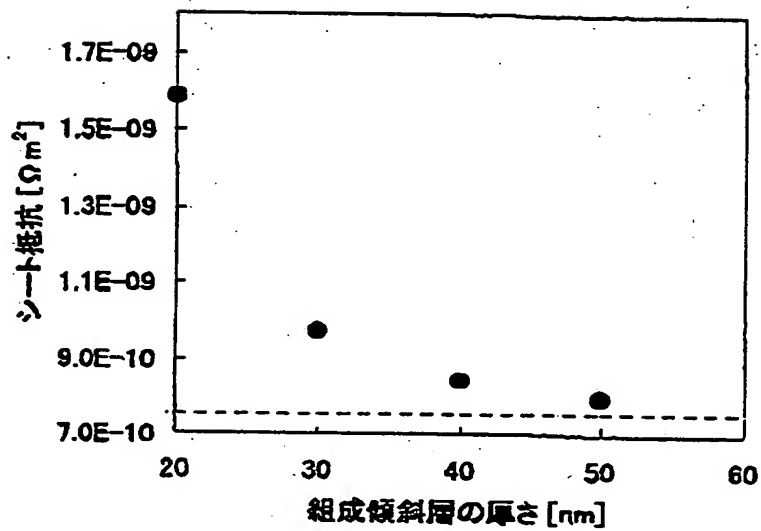
【図 3】



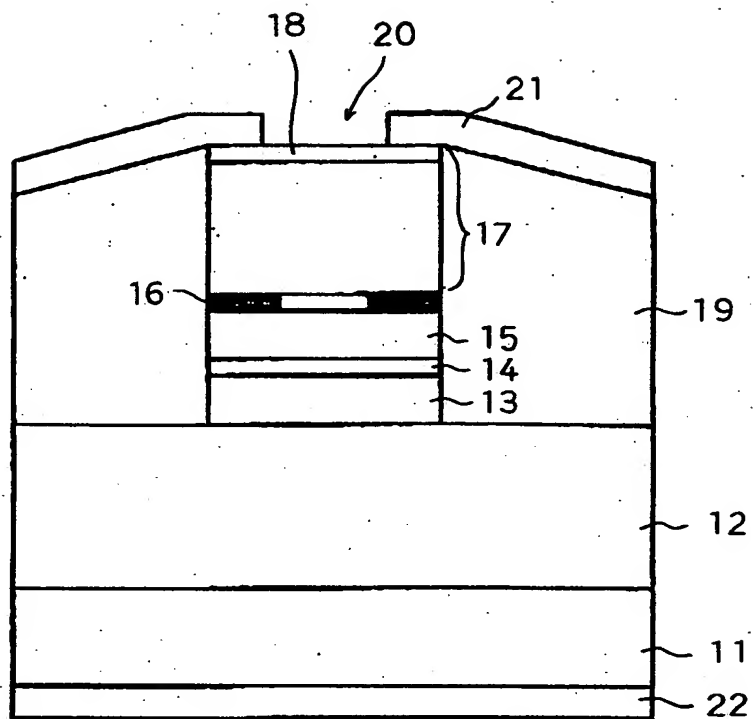
【図 4】



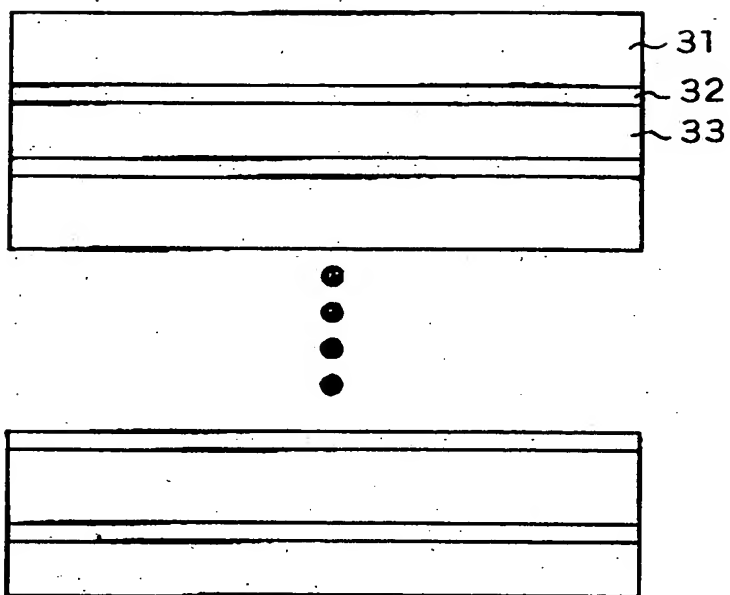
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電気抵抗が低く、かつ、反射率の高い分布ブラッグ反射器を提供する。

【解決手段】 本発明の分布ブラッグ反射器（DBR）は、屈折率が大なる第1の半導体層1と屈折率が小なる第2の半導体層2とが交互に積層され、屈折率が大なる第1の半導体層1と屈折率が小なる第2の半導体層2との間に、第1の半導体層1の屈折率と第2の半導体層2の屈折率との間の屈折率値をとる材料層3が設けられているものであって、この分布ブラッグ反射器の設計反射波長は1.1  $\mu\text{m}$ よりも長波であり、前記材料層3は厚さが5 nm乃至50 nmの範囲であることを特徴としている。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006747]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区中馬込1丁目3番6号
氏 名	株式会社リコー